

Aplicação de Metodologias Lean numa Unidade de Maquinagem CNC

Sílvia Alexandra Vaz Fernandes Moreira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Engº Eduardo Gil da Costa

Orientador na empresa: Engº Manuel Braga Lino



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2015-01-21

Aos meus pais e irmã..

Resumo

Todas as empresas necessitam de diminuir os custos o máximo possível sem para isso prejudicar a qualidade dos seus produtos. A Felino é uma empresa com muitos anos no mercado e necessita de melhorias na organização e forma de pensar.

No presente projeto, antes de qualquer atividade de implementação de metodologias *lean* ou reorganização de métodos de trabalho, foi feito um trabalho de observação e análise de como funciona uma máquina CNC e quais os passos desde o momento de início do trabalho até à saída da última peça de uma série.

Este projeto recai sobre o setor CNC da empresa e uma vez que a maior perda de produtividade consiste em tempos excessivos despendidos em atividades de *setup*, este foi o processo ao qual se teve mais atenção. Após um período de levantamento e análise de dados foram necessárias alterações aos dados que estavam a ser recolhidos, por forma a detalhar quais os fatores que mais influenciavam a preparação das peças, tendo sido implementadas medidas ao nível da metodologia 5S após análise de dados recolhidos.

Com base nos valores analisados e após a implementação de medidas de melhoria na organização do chão de fábrica e da criação de um posto de trabalho dedicado, são expectáveis melhorias nos tempos de *setup* e, por conseguinte e nos tempos de produção totais.

Abstract

Every company needs to cut costs as much as possible without losing the quality of their products. Felino is a company with many years in the market and requires improvements in its organization and its way of thinking.

Before any implementation of lean methodologies or reorganization of working methods there has been a process of observation and analysis of how a CNC machine works and which steps are followed since the start of a setup until the last part of a produced batch.

This project was developed with the CNC sector of the company and because its biggest loss of productivity is caused by excessive time spent on setup activities this was the process that was given more attention. After a period of data gathering and analysis, changes were needed to the information that was being collected, in order to detail which were the causes that most influenced the work preparation. After analysing the gathered data, measures have been implemented according to 5S.

Based on the analyzed values and after the organization of the shop floor and the creation of a dedicated work station, improvements in setup times and in the total production times are expected.

Agradecimentos

O meu sincero agradecimento a todos os que contribuíram para a realização deste projeto. Muitas foram as pessoas sem as quais nada teria sido possível e não poderia deixar de mencioná-las neste relatório.

Quero deixar um agradecimento especial ao Engº Manuel Braga Lino da Felino S.A. por me orientado na empresa e me ter concedido esta oportunidade.

Ao Engº Eduardo Gil da Costa, da FEUP, que me orientou ao longo de todo o projeto, estando sempre disponível para esclarecer qualquer dúvida e aconselhar o melhor caminho.

Ao Sr. Pimenta pela partilha de conhecimentos e esclarecimentos diários.

Aos engenheiros João Tinoco, João Carvalho, Eduardo Araújo e Pedro Lemos pelo apoio que me deram no decorrer do desenvolvimento deste projeto e ajuda na integração no ambiente empresarial.

Aos operadores do setor CNC pela disponibilidade e amabilidade diária.

Por último, mas não menos importantes, aos meus pais, irmã e namorado por todo o apoio incondicional neste e em todos os percursos do curso, um enorme muito obrigada.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Felino SA.....	1
1.1.1	Fundição em Ferro.....	1
1.1.2	Fundição em Alumínio	2
1.1.3	Maquinação.....	2
1.2	Breve descrição do projeto.....	2
1.3	Estrutura da dissertação	2
2	Enquadramento Teórico.....	3
2.1	Filosofia Lean.....	3
2.1.1	Princípios fundamentais do Lean	3
2.1.2	Toyota Production System (TPS).....	4
2.1.3	Muda	4
2.2	Ferramentas Lean	5
2.2.1	5S.....	5
2.2.2	Controlo Visual.....	6
2.2.3	Processos uniformizados	6
2.2.4	<i>Total Productive Maintenance</i> , TPM	8
2.2.5	OEE (<i>Overall equipment effectiveness</i>)	8
2.2.6	SMED.....	9
2.2.7	Criação de células de trabalho:.....	10
2.2.8	Sistemas à prova de erro (<i>poka yoke</i>)	10
2.2.9	Ferramentas de gestão da qualidade.....	11
3	Descrição da situação atual	14
3.1	Definição da máquina de Comando Numérico Computorizado (CNC)	14
3.2	Secção CNC na Felino S.A.	14
3.3	Preparação do trabalho – <i>Setup</i>	16
3.4	Problemas encontrados e quais as suas causas	19
4	Soluções Propostas	23
4.1	Alterações na recolha de informação e análise de dados.....	23
4.2	Criação de posto de trabalho de Preparação de Ferramentas.....	27
4.2.1	Armário Modelo.....	29
4.2.2	Estantes para ferramentas de posicionamento	31
5	Conclusão e Proposta de trabalhos futuros.....	34
	Referências	36
ANEXO A:	Folha de recolha de informação de perdas de disponibilidade diária	37
ANEXO B:	Norma de preenchimento das folhas de recolha de informação de perdas de disponibilidade diária.....	38
ANEXO C:	Folha de recolha de informação de produção semanais	39

Índice de Figuras

Figura 1 – Combinação dos ciclos PDCA e SDCA in “(s.d.). Obtido em 28 de dezembro de 2015, de http://gravadoralobenwein.com/programa-de-qualidade ”	7
Figura 2 - Espiral da melhoria continua [Fonte: (Liker e Meier, 2006)]	7
Figura 3 - Definição do TPM in “Nakajima, S. (1990). Total Productive Maintenance ou "Zero Avarias". <i>Seminário Internacional de TPM</i> , (p. 86). Lisboa.”	8
Figura 4 - Célula produtiva [Fonte: (Pinto, 2008)]	10
Figura 5 - Dispositivos <i>Poka Yoke</i> . [Fonte: Calarge & Davanso)2004]	11
Figura 6 - Diagrama de Pareto in “(s.d.). Obtido em 28 de dezembro de 2015, de http://gravadoralobenwein.com/programa-de-qualidade	12
Figura 7 – Exemplo de diagrama causa efeito in “ <i>Diagrama de Ishikawa</i> . 16 de abril de 2012. https://somentequidade.wordpress.com/2012/04/16/diagrama-de-ishikawa/ (acedido em 28 de dezembro de 2015).”	13
Figura 8 - Exemplo de Cones	15
Figura 9 - Exemplo de um ATC com cones e respetivas ferramentas de corte montadas (Centro de maquinagem H6C)	15
Figura 10 - Exemplo de peça posicionada na paleta de uma máquina (Centro de maquinagem HT4A)	16
Figura 11 - Exemplo de desorganização no que diz respeito ao posicionamento das ferramentas de apoio à montagem de ferramentas de posicionamento e de ferramentas de corte	19
Figura 12 - Exemplo de incumprimento dos espaços para arrumação definidos	20
Figura 13 - Exemplo de desorganização verificada nas mesas de apoio	20
Figura 14 - Gráfico de Pareto geral de perdas de disponibilidade	23
Figura 15 - Diagrama causa-efeito para processo de preparação do trabalho.	24
Figura 16 – Gráfico de Pareto dos problemas que afetam negativamente o Setup	25
Figura 17 – Dados afixados no setor dos centros de maquinagem	25
Figura 18 – Dados afixados no setor dos Okumas e dos Tornos CNC.	26
Figura 19 – Afixação dos dados gerais referentes a normas e aos dados OEE globais (Centros de maquinagem, Okumas e Tornos CNC)	26
Figura 20 – <i>Layout</i> para o novo posto de preparação de trabalho.	28
Figura 21 – Triagem dos cones BT40 (compatíveis com os centros HT4A e MAZAK)	30
Figura 22 – Acessórios de apoio ao posicionamento das peças nas paletes dos centros de maquinagem.	30
Figura 23 – Ferramentas de posicionamento em cima de paletes no chão	31
Figura 24 – Estante com ferramentas de posicionamento junto a postos de trabalho.	32
Figura 25 – Estante com ferramentas de posicionamento.	32
Figura 26 – Ferramenta de posicionamento com teias de aranha acumuladas	33
Figura 27 – Ferramenta de posicionamento com grande quantidade de pó acumulado	33

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela ilustrativa da separação entre <i>setup</i> interno e externo nas operações de preparação do trabalho nos centros de maquinagem CNC da Felino S.A.....	18
Tabela 2 - Tabela de tempos retirados de <i>setup</i> exemplo.....	21
Tabela 3 - Espectativa do <i>setup</i> da tabela 2 com as melhorias implementadas com a criação do novo posto de trabalho.....	29

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial na Felino – Fundição e Construções Mecânicas, S. A. no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

1.1 Felino SA

A Felino, S.A. foi fundada em 1936 sob a designação Ferreira Lino & Irmão. Iniciou a atividade com a execução de peças simples e, quando adquiriu maior capacidade de projeto, desenvolveu e construiu uma máquina de panificação, dando assim, início a essa atividade. Sentiu, nesta sequência, a necessidade da edificação de uma unidade de fundição de ferro, ainda que, de baixa capacidade produtiva.

Em 1994, a Felino, projetou e construiu uma moderna fundição de ferro que aumentou significativamente a sua capacidade nos dois setores em que atua atualmente: o fabrico de equipamentos de panificação e serviços de subcontratação no setor metalúrgico e metalomecânico.

A empresa tem sede em Ermesinde, concelho de Valongo, juntamente com as instalações de construção mecânica e de fundição de alumínio, possuindo uma fundição de ferro em Sobrado.

A Felino possui um sistema de Gestão da Qualidade certificado segundo a norma ISO 9001, emprega atualmente cerca de 130 trabalhadores, e tem-se expandido a nível internacional, com clientes distribuídos por mais de 40 países em 4 continentes. Disponibiliza aos seus clientes um serviço de assistência técnica de 24 horas, o que permite aos clientes manter a qualidade das suas instalações de forma ininterrupta.

1.1.1 Fundição em Ferro

A fundição de ferro da Felino situa-se em Sobrado, no concelho de Valongo, onde são produzidas peças em ferro cinzento, ferro nodular e *Ni-Resist*. O ferro cinzento é uma das ligas mais utilizadas pelas suas características de fácil fusão e moldagem, boa resistência mecânica, excelente “maquinabilidade”, boa resistência ao desgaste e boa capacidade de amortecimento. O ferro nodular é caracterizado pela sua dutilidade, tenacidade e resistência mecânica apresentando um limite de escoamento superior ao do ferro cinzento. Os *Ni-Resist* são ferros fundidos austeníticos, caracterizados pela elevada resistência à corrosão.

A fusão é feita em forno de indução, permitindo assim, um controlo apertado da sua composição química.

A linha de moldação é definida com base na análise da dimensão das séries e do peso de cada uma das peças, uma vez que a moldação automática comporta peças de dimensões e pesos bastante inferiores à auto secativa.

A fundição de ferro dispõe de um laboratório de controlo da qualidade totalmente equipado por forma ser possível realizar inspeções ao processo e ao produto.

1.1.2 Fundição em Alumínio

Na fundição de alumínio as peças são produzidas por moldação de diferentes ligas em areia e em coquilha. Também aqui o processo de moldação está dependente dos pesos e tamanhos tendo em vista a otimização de custos. A Felino, S.A. dispõe, na fundição de alumínio, de um equipamento de impregnação que elimina os problemas das micro porosidades internas.

Tanto na fundição de ferro como na fundição de alumínio os clientes da Felino dispõem da opção de encomendar as peças com tratamento térmico.

1.1.3 Maquinação

Na área da maquinação é realizada a maquinação e o acabamento das peças fundidas, bem como de outros materiais metálicos, tanto em máquinas convencionais como em máquinas de comando numérico computadorizado. O projeto descrito no presente relatório foi desenvolvido nesta área da Felino.

A Felino possui, no setor de maquinagem, um laboratório onde é feito o controlo das peças por forma a garantir o cumprimento das exigências dos clientes e especificações das peças para as máquinas de padaria.

Este setor tem por base o conhecimento adquirido ao longo dos anos, que foi iniciado com as máquinas de padaria, e vai de encontro às necessidades e à procura dos clientes que constituem os mercados nos quais a Felino se insere.

1.2 Breve descrição do projeto

O projeto foi desenvolvido na secção das máquinas CNC da empresa. Inicialmente foi feita uma observação dos métodos de trabalho utilizados, seguida de um levantamento de dados para o cálculo do OEE (*Overall equipment effectiveness*) e análise dos problemas que causam maior impacto negativo por forma a serem tomadas medidas e propostas soluções.

O objetivo do projeto consistiu na melhoria e atualização dos registos de dados que dão origem ao cálculo do OEE, que já haviam sido implementados anteriormente.

1.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo foi apresentada a empresa e foi feito o enquadramento do projeto e dos seus objetivos.

No segundo capítulo é efetuado o enquadramento teórico, onde são introduzidas as metodologias *lean* que serviram de base ao desenvolvimento do projeto em ambiente empresarial.

No terceiro capítulo é descrita a situação atual, que refere como são os processos na empresa e quais os problemas mais graves identificados.

No quarto capítulo são descritas as metodologias implementadas, sendo referidas as alterações que foram aplicadas aos processos existentes e os resultados esperados da sua implementação.

No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões, assim como sugestões de trabalhos futuros, que devem ser realizados no sentido da melhoria continua.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo são introduzidas as metodologias utilizadas no presente projeto.

2.1 Filosofia Lean

Tal como refere Pinto (2008), no decorrer da Segunda Guerra Mundial o Japão, principalmente a sua indústria automóvel, contrariamente à Europeia e Norte-americana, teve de passar por um período de total reformulação devido à reduzida disponibilidade de recursos.

A *Toyota Motors Company* (TMC) concluiu que, apenas primando pela diferenciação, oferecendo variedade de produto com qualidade e a custos reduzidos, algo que os seus concorrentes não tinham, conseguiria subsistir. Para isso, teve de reformular, do zero, todo o seu sistema de fabrico, surgindo assim o *Toyota Production System* (TPS).

Este sistema veio revolucionar a indústria automóvel com conceitos como, a melhoria continua (*kaizen*), sistemas de prevenção de erros (*poka-yoke*), sistemas de controlo (*kanban*) e produção *pull*.

Outras empresas japonesas foram adotando a mesma metodologia e o conceito de Pensamento *Lean* (*Lean thinking*- “magro” - sem lugar para o desnecessário). Este conceito começou a generalizar-se a partir dos anos 90, tendo sido referido pela primeira vez por Womack *et al* (1996). O TPS foi o maior precursor da filosofia *lean*. Apesar de alguns afirmarem que existem diferenças entre as duas filosofias, o ponto fulcral das duas é a busca incessante pela melhoria continua. Esta filosofia baseia-se na produção do que for necessário, no momento correto e nas quantidades certas.

2.1.1 Princípios fundamentais do Lean

O *Lean* tem cinco princípios fundamentais. Um deles, é o conceito de valor do ponto de vista do cliente. Cada atividade realizada durante o processo de fabrico de determinado produto, pode ser uma atividade que está diretamente ligada com a evolução a nível físico e técnico do mesmo, acrescentando valor, ou uma atividade paralela, que não acrescenta valor ao produto final. Esta última representa uma possibilidade de melhoria (Carreira, 2005).

Outro princípio, é a definição da cadeia de valor, que é o ciclo de atividades desde que é feita a encomenda até ao momento de entrega do produto, passando pelas três seguintes atividades críticas de gestão de qualquer negócio:

- Resolução de problemas;
- Gestão da informação;
- Transformação física do produto.

Quando se analisa a cadeia de valor, deverão ser identificados três tipos de ações: as que criam valor, as que não criando valor são, ainda assim, necessárias, e as que para além de não criarem valor são completamente desnecessárias e passíveis de eliminação. (Pinto, 2008)

O princípio *Lean* de fluxo baseia-se em criar, tal como o nome indica, um fluxo de tarefas sequenciais ao longo de todo o processo, que evite paragens ou interrupções e tempos de espera (Carreira, 2005).

A produção puxada (*pull*) é um princípio que leva a empresa a produzir apenas o necessário e no momento em que é necessário, o que evita acumulação de *stocks* desnecessários. A produção puxada só é iniciada a partir da necessidade do cliente. A atividade seguinte “puxa” a anterior, fazendo assim circular a informação da necessidade.

O quinto princípio consiste na perfeição e baseia-se na melhoria contínua e no compromisso de eliminar os desperdícios até que se mantenham apenas as atividades de valor acrescentado eliminando todas as outras. (Pinto, 2008)

2.1.2 Toyota Production System (TPS)

Segundo Pinto (2008) o sistema TPS serviu de base de melhoria a muitas empresas que utilizaram os seus conceitos e os adaptaram à sua realidade. Este sistema baseia-se nos seguintes conceitos:

- **Just in Time(JIT):** sistema que tenta eliminar todas as atividades desnecessárias e no qual só se produz a quantidade necessária no momento em que esta é efetivamente necessária, sendo que, o cliente “puxa” o início da produção. o JIT aproxima os tempos de ciclo do *takt time* (tempo de produção de uma peça definido com base na procura).
- **Jidoka:** consiste em criar condições que levem a uma produção perfeita e sem erros, eliminando as causas que estão na origem dos desperdícios e disponibilizando aos trabalhadores todas as ferramentas necessárias ao desempenho ótimo do seu trabalho no menor tempo possível. Com esta automação humana consegue-se atingir um nível superior de polivalência dos trabalhadores que adquirem capacidade de operar várias máquinas. Reduzem-se assim, níveis de *stock* de materiais em processo de fabrico, custos e tempos de ciclo uma vez que se aumentou o desempenho global.
- **Heijunka:** consiste em nivelar a produção havendo apenas variações suaves, por forma a atingir um fluxo de produção contínuo que vai contribuir para a diminuição de produtos armazenados e uma maior estabilidade.
- **Processos uniformizados:** trata da uniformização dos processos para que sejam consistentes, rápidos e evitando erros.
- **Melhoria contínua:** após a primeira eliminação de desperdício não se pode dar o trabalho como concluído. É necessário assumir um compromisso de procura contínua de pontos de melhoria e constante eliminação de novos casos de desperdício ou otimização ainda mais avançada dos processos.
- **Estabilidade:** este é o conceito base de todo o projeto. Só baseado num processo produtivo estável se consegue implementar todos os outros conceitos que nos trazem diminuição de custos e eliminação de desperdícios.

Nenhum destes processos se baseia na redução de pessoas, muito pelo contrário. O sucesso destes processos está inteiramente dependente das pessoas, e da sua capacidade de identificação de problemas e de possíveis formas para a sua eliminação.

2.1.3 Muda

A expressão japonesa *muda* representa desperdício. Segundo Pinto (2008), em 1996, Womack e Jones acrescentaram uma oitava fonte de desperdício às sete fontes inicialmente identificadas por Ohno e Shigeo Shingo para o modelo do TPS:

1. **Produção Excessiva:** leva à acumulação desnecessária de *stocks* e a produções em momentos em que os produtos ainda não são necessários, o que leva a fluxos irregulares.
2. **Esperas:** períodos de paragem tanto de pessoas como de equipamentos que prejudicam os fluxos e aumentam os tempos totais de fabrico.
3. **Transportes:** movimentações desnecessárias ou ineficientes de pessoas ou peças ainda em processo de fabrico que prejudicam o fluxo.

4. **Processos:** processos inadequados ou em excesso, aplicando recursos desnecessários ou metodologias incorretas para o fabrico das peças, muitas vezes, devido à falta do material apropriado para determinados processos.
5. **Inventário em excesso:** armazenamento de quantidades excessivas de matérias primas e de peças em curso de fabrico ou acabadas, causando custos elevados de armazenagem e transportes, maiores tempos de fabrico e por vezes dano em algumas peças.
6. **Movimentações desnecessários:** quaisquer movimentações que não adicionem valor ao produto, como procurar ferramentas, ir buscar matérias primas, entre outras, causadas devido a desorganização e sujidade nos postos de trabalho que levam a atrasos e maus desempenhos.
7. **Defeitos:** constituídos por produção defeituosa, retrabalhos e correções de maquinaria de postos de trabalho anteriores, entre outras coisas.
8. “*Design* de produtos e serviços que não vão ao encontro das necessidades dos clientes”

Peter Drucker, afirmou em 1980 que “Não há nada mais inútil do que fazer de forma eficiente algo que nunca deveria ter sido feito”.

2.2 Ferramentas Lean

Para a implementação destas metodologias são sugeridas, na literatura, ferramentas próprias para a eliminação do desperdício e para a diminuição de tempos de fabrico, aumentando assim a produtividade. Estes métodos são:

- 5S,
- Controlo visual
- Uniformização de processos,
- Manutenção Produtiva Total (TPM),
- SMED (*Single Minute Exchange of Die*), a criação de células de trabalho, a justa distribuição desse mesmo trabalho,
- Automação (*jidoka*),
- Sistemas à prova de erro (*poka-yoke*),
- Programação nivelada (*heijunka*),
- Sistema de controlo (*kanban*)
- Gestão da qualidade recorrendo às ferramentas da mesma.

De entre estas metodologias *lean*, as apresentadas e descritas nos próximos sub-capítulos serviram de apoio ao desenvolvimento do projeto no qual se baseia este relatório.

2.2.1 5S

Segundo Pinto (2008), os 5S são cinco princípios de organização que funcionam com o objetivo da criação de postos de trabalho limpos e organizados, nos quais, encontramos apenas o necessário para a realização do trabalho em mãos. Baseiam-se num princípio de visibilidade, ou seja, se algo estiver fora do sítio deve ser facilmente identificado por qualquer um. Estes conceitos começam pelo chão de fábrica (*gemba*) e são os seguintes:

- **Senso de Utilização (*Seiri*):** separar o necessário do desnecessário e eliminar do posto de trabalho o que é inútil e não é utilizado. Funciona como um processo de duas etapas, identificando inicialmente com etiquetas, por exemplo, o que não é necessário, e uma segunda etapa em que uma pessoa especializada revê todos os itens e decide quais os que serão efetivamente eliminados por forma a não se eliminar artigos erradamente.
- **Senso de Organização (*Seiton*):** organizar o que foi definido anteriormente como necessário. Cada coisa deve ter um local específico e estar nesse mesmo local. A

organização do local de trabalho deve ser pensada por forma a facilitar a sua realização, uma vez que com a eliminação anterior do que era desnecessário seja libertado espaço para que o necessário possa estar mais perto do local de trabalho. Esta organização facilita o trabalho uma vez que os tempos perdidos à procura de ferramentas é eliminado.

- **Senso de Limpeza (*Seizo*):** manter o local de trabalho limpo. Não só deverão ser criados hábitos de limpeza e organização como meios para que estes possam ser realizados com a frequência necessária para que nunca haja sujidade ou desorganização.
- **Senso de Uniformização (*Seiketsu*):** criar normas para a manutenção do posto de trabalho, livre do que é inútil, limpo e organizado. O cumprimento deste senso significa a criação de normas nas quais sejam cumpridos os sentidos anteriores, para que a organização seja mantida a longo prazo.
- **Senso de Disciplina (*Shitsuke*):** todos devem contribuir para manter e respeitar as normas estabelecidas. Após definir os novos métodos de trabalho todos são responsáveis por garantir que não se retrocede no processo.

2.2.2 Controlo Visual

O controlo visual pressupõe que em cada posto de trabalho deve haver sinais que contenham, sem espaço para erro, todas as informações necessárias para esse mesmo posto de trabalho.

Segundo Pinto (2008) um bom sistema de controlo visual deve:

- Mostrar como o trabalho deve ser executado;
- Mostrar como cada coisa deve ser utilizada;
- Mostrar como as coisas deverão ser guardadas ou armazenadas;
- Mostrar níveis de controlo de inventário;
- Mostrar o estado de cada processo;
- Indicar caso alguém precise de ajuda;
- Identificar áreas de perigo;
- Apoiar as operações à prova de erro.

2.2.3 Processos uniformizados

Segundo Takeda (2006), sem a uniformização de processos não seria possível obter fluxo na produção. As normas de trabalho devem ser desenvolvidas para todas as atividades e para todos os funcionários. Para se implementar normas de trabalho deve ser claro e inequívoco o que se pretende e recorre-se a controlo visual para garantir que todos sabem como fazer.

Para se estabelecer normas de trabalho deve haver um estudo prévio sobre o melhor método de trabalho, delinear-lo e explicá-lo passo-a-passo, tendo em conta não só aquele trabalhador e posto como o anterior e o seguinte no fluxo produtivo. O maior desafio no que diz respeito a processos uniformizados é conseguir que os novos processos sejam mantidos e que as normas sejam cumpridas no longo prazo.

Cada processo deve ser feito por todos da mesma forma. Para isso utiliza-se o método SDCA (*standardize, do, check e action*), que é uma adaptação do ciclo PDCA (*plan, do, check, action*), e passa pela criação de uma norma, pela sua implementação, e pela confirmação de que está a funcionar e a ser aplicada, atuando em conformidade.

Definir um padrão para o trabalho passa por estabelecer quais os melhores métodos de trabalho e as sequências mais vantajosas. Segundo Taiichi Ohno “onde não há processos padronizados, não pode haver *Kaizen*”. A expressão *kaizen* é um termo japonês que significa melhoria contínua.

A combinação dos ciclos PDCA e SDCA são a base da melhoria contínua (ver Figura 1).

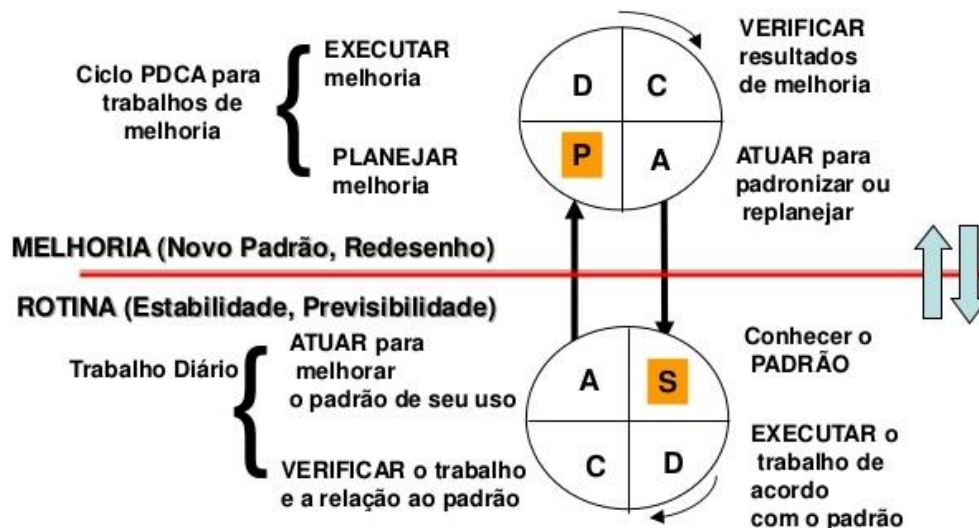


Figura 1 – Combinação dos ciclos PDCA e SDCA in “(s.d.). Obtido em 28 de dezembro de 2015, de <http://gravadoralobenwein.com/programa-de-qualidade>

”

Ao uniformizar os processos evitam-se desvios, contribuindo assim para a estabilidade dos processos. A Figura 2 representa o ciclo de melhoria contínua através de processos uniformizados.

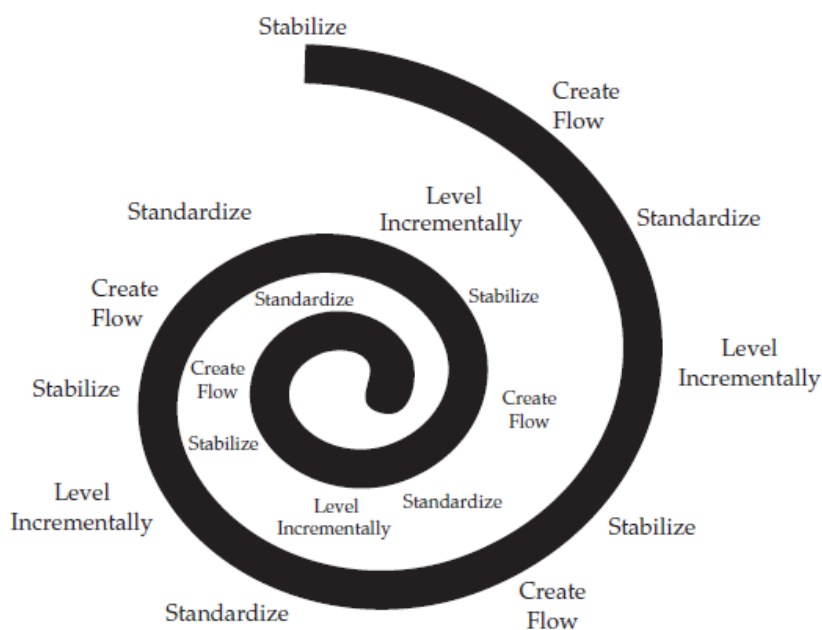


Figura 2 - Espiral da melhoria contínua [Fonte: (Liker e Meier, 2006)]

2.2.4 Total Productive Maintenance, TPM

Segundo Nakajima (1990) o TPM foi originalmente definido pela *Plant Engineer Association of Japan*, com ideias e termos viáveis e mantidos hoje em dia (Figura 3). O TPM procura que as pessoas fiquem preparadas e aptas a conduzir fábricas que já contenham níveis de automação elevados. Para que esta preparação seja possível, é necessário a existência de programas de formação dos trabalhadores de forma a serem atingidas as seguintes condições:

- Operários capazes de fazer manutenção de forma espontânea;
- Elementos responsáveis pela manutenção com conhecimentos para atuar na área da mecatrónica (mecânica e eletrónica);
- Engenheiros de processo capazes de planejar, projetar e desenvolver equipamentos que não necessitem de manutenção.

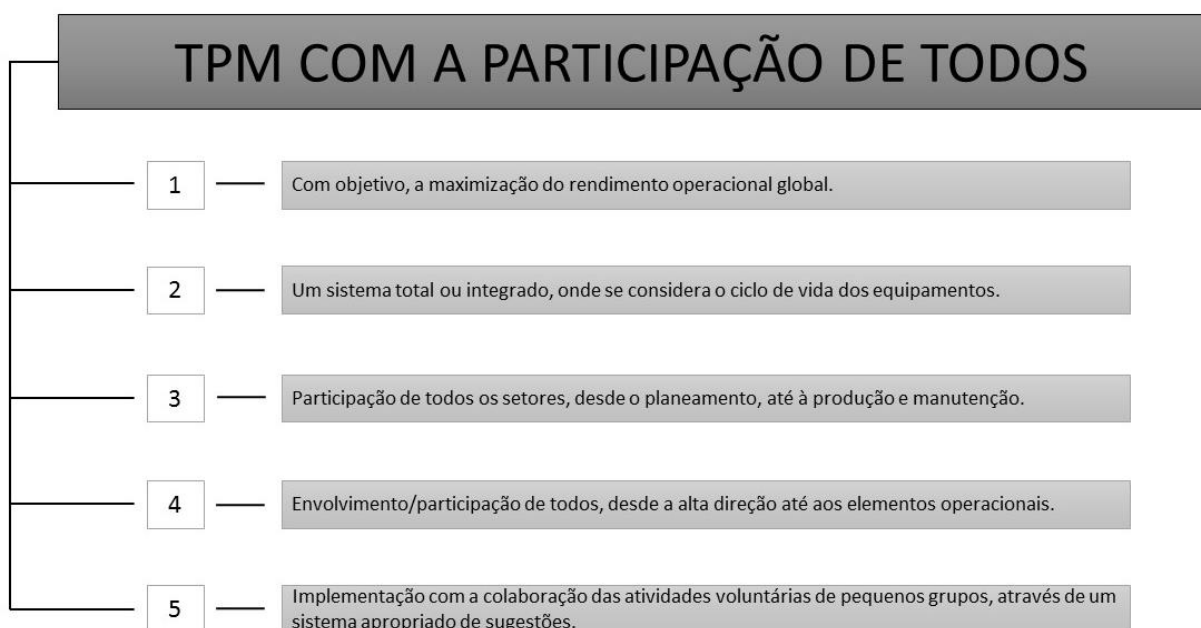


Figura 3 - Definição do TPM in “Nakajima, S. (1990). Total Productive Maintenance ou “Zero Avarias”. *Seminário Internacional de TPM*, (p. 86). Lisboa.”

Com o TPM pretende-se atingir uma melhoria do rendimento atual bem como a possibilidade de introduzir novos equipamentos em regime de produção normal. Este método deve ser alterado consoante as necessidades de cada ramo de atividade mantendo sempre como objetivo o máximo lucro (Nakajima, 1990).

Se um equipamento deixar de funcionar a produção pára e isso é totalmente indesejado. Na tentativa de evitar paragens por avarias, deve ser implementado um programa de manutenção preventiva dos equipamentos. Este funciona como uma atividade de preservação dos equipamentos para que estes possam trabalhar continuamente.

2.2.5 OEE (Overall equipment effectiveness)

Segundo Muchiri & Pintelon (2008), o conceito de OEE e a forma como o OEE é medido surgiram do conceito de TPM de Nakajima (1988). O OEE representa uma medida da eficiência de determinado equipamento. Esta medida depende de três fatores chave: a disponibilidade do

equipamento para trabalhar, a velocidade a que consegue trabalhar em determinada peça e a percentagem de peças conformes e que respeitam os critérios de qualidade exigidos.

A percentagem de eficiência representada pelo OEE é dada segundo a equação 2.1.

$$OEE = D \times V \times Q \quad (2.1)$$

Onde:

D – Disponibilidade [(Tempo Total Disponível– Tempo perdido)/Tempo Total Disponível]

V – Velocidade [(Tempo de produção de uma peça x Número de peças produzidas)/Tempo que a máquina esteve a trabalhar]

Q – Qualidade [(Número de peças produzidas – Número de peças rejeitadas)/Número de peças produzidas]

No fim destes cálculos consegue saber-se quanto tempo se está efetivamente a produzir e quais as razões que estão a prejudicar este tempo. É usual haver folhas de recolha de informação mais detalhada que permitam fazer uma análise mais pormenorizada aos motivos de paragem, atraso e falhas de qualidade das máquinas.

Segundo Reyes, Eldridge, Barber, & Meier (2015) o OEE pode ser usado não só como um índice de eficiência, mas também como um indicador de melhoria e de quais os processos para atingir patamares superiores.

2.2.6 SMED

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) permite passar do fabrico de um produto para outro de forma rápida e eficiente. Baseia-se na redução de tempos de *setup* uma vez que este processo não produz qualquer valor e aumenta os custos e os tempos de fabrico. Segundo a filosofia *lean* este tempo é considerado um desperdício. Shingo dividiu o *setup* em duas fases, uma interna que só pode ser realizada com a máquina parada e uma externa que pode ser feita com a máquina a trabalhar.

O SMED divide-se em três passos principais:

- separar *setup* interno de externo;
- converter o máximo possível do *setup* interno em externo
- simplificar e otimizar todo o *setup* ao máximo. (Ulutas, 2011)

Segundo Shingo (1985) a preparação das ferramentas necessárias para a colocação das peças na posição certa para iniciar o seu processamento é claramente *setup* externo, ou pelo menos deveria ser e se ainda não for este processo deve ser alterado. A preparação das ferramentas deve passar a ser feita com a máquina ainda a trabalhar. Só esta distinção pode acarretar diminuições de 30% a 50% nos tempos de paragens devido a *seup*.

No segundo passo deve reavaliar-se o processo por forma a averiguar se alguns passos foram erradamente classificados como internos quando deveriam ser externos. Caso se verifique que há passos que deveriam ser externos devem estudar-se formas para os conseguir converter, sendo para isto necessário manter uma mente aberta e não ficar preso a paradigmas.

Por último, e apesar dos passos anteriores reduzirem em muito as perdas, estes não são suficientes, sendo indispensável otimizar todos os processos por forma a diminuir ainda mais os tempos de *setup* interno e externo. É a eterna busca do ótimo.

2.2.7 Criação de células de trabalho:

Quando existem células de trabalho cada tipo de peça é produzido numa célula específica disposta conforme o fluxo do produto.

Segundo Pinto (2008) o trabalhador deve ser polivalente e ter conhecimento para trabalhar em mais que uma célula conseguindo assim estimular o trabalho em equipa. Contar com trabalhadores polivalentes previne que haja paragens devidas a ausências de um outro operário, uma vez que estes sabem trabalhar em qualquer uma das células.

Com este conceito consegue-se adaptar a produção à procura, atingindo o objetivo de aproximar o tempo de produção do *takt time*, bastando para isso aumentar o número de operadores nas células. Um exemplo de produção em célula é apresentado na Figura 4.

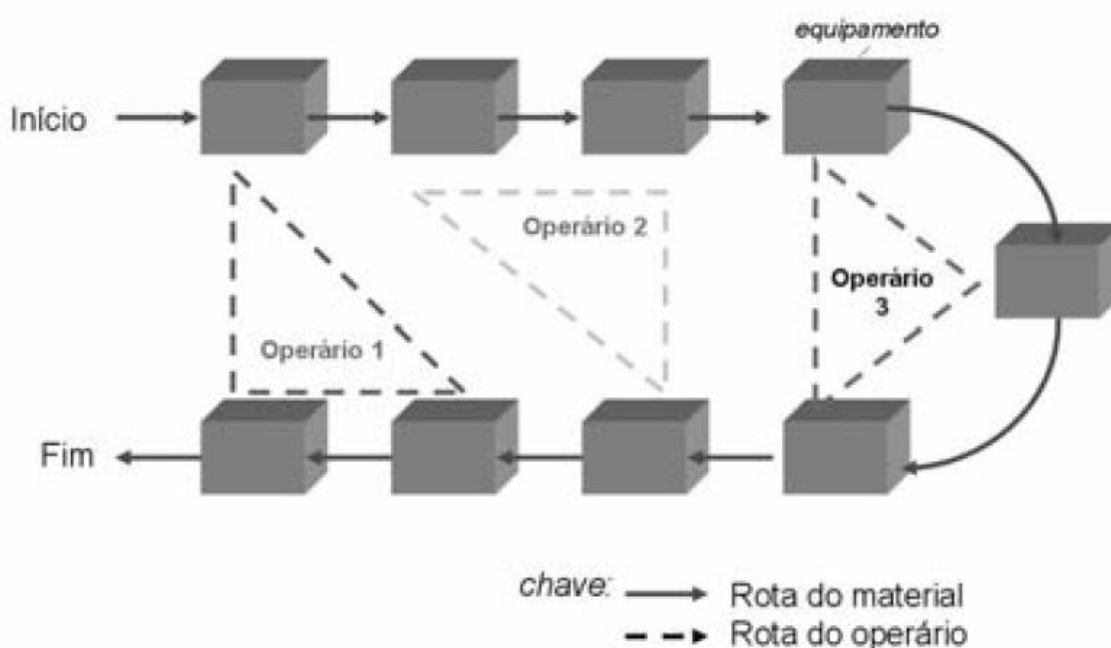


Figura 4 - Célula produtiva [Fonte: (Pinto, 2008)]

2.2.8 Sistemas à prova de erro (*poka yoke*)

Um sistema à prova de erro funciona no sentido de prevenir os erros ou identificá-los para que não passem despercebidos.

Estes sistemas visam a otimização ou automação das tarefas que necessitariam de maior atenção por parte do operador, focando-se na minimização dos erros ou mesmo na segregação das peças defeituosas. O sistema *Poka Yoke* foi desenvolvido para dar apoio facilitando a resolução de problemas e a tomada de decisões.

Este tipo de sistema pode também ser utilizado não só nos processos de fabrico como também no âmbito da higiene e segurança do trabalho por forma a evitar acidentes.

Segundo Calarge & Davanso (2004), o conceito *Poka Yoke* foi definido por Shingo (1992) em que o controlo de erros era feito com base nos seguintes três tipos de inspeção:

- Inspeção por julgamento: os produtos bons são separados daqueles que apresentam defeitos após o fabrico ou transformação, o que não diminui o número de defeitos;

- Inspeção informativa: neste tipo de inspeção já se analisam as causas que levam a determinados defeitos por forma a se diminuírem os defeitos. Ainda assim, este processo ainda permite que os defeitos sejam produzidos uma vez que este tipo de análise demora a chegar à origem do problema;
- Inspeção na fonte: esta inspeção é feita diretamente no início do processo prevenindo que os erros que possam ser cometidos se tornem defeitos, por forma a evitá-los ou detetá-los ainda a tempo de corrigi-los.

Segundo Shingo (1986), os mecanismos *Poka Yoke* podem ser de função reguladora ou de deteção.

Os mecanismos com função reguladora podem atuar de forma a parar uma linha produtiva quando um defeito ocorre (método de controlo) ou emitindo um sinal, seja ele sonoro ou luminoso, por forma a alertar o operador, embora sem interromper a produção (método de alerta).

As funções de deteção podem ser divididas em três categorias: podem funcionar de forma a permitir o início da produção se todos os elementos necessários ao posicionamento da peça estejam corretamente posicionados (método de posicionamento), podem garantir que não há erros na preparação recorrendo a sensores (método de contacto) e podem impedir o início da operação com base na contagem dos elementos necessários para determinado processo de fabrico (método de contagem).

Segundo Calarge & Davanso (2004) inclui-se ainda nas funções de deteção o método de comparação que visa impedir o início do processo comparando grandezas físicas reais com as ótimas, como por exemplo a temperatura, por forma a só deixar avançar o processo se estas forem iguais. Na figura 5 é esquematizado o funcionamento destes dispositivos.

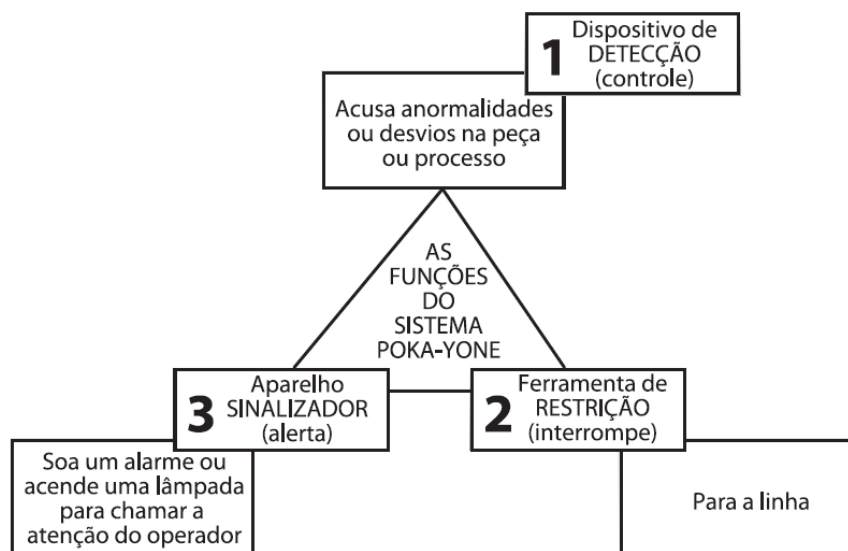


Figura 5 - Dispositivos *Poka Yoke*. [Fonte: Calarge & Davanso)2004]

2.2.9 Ferramentas de gestão da qualidade

Segundo Ganhão & Pereira (1992) a filosofia *lean* conta com sete ferramentas de gestão da qualidade:

- Fluxogramas;
- Registo e análise de dados

- Diagramas causa-efeito (também intitulados de diagramas em espinha de peixe ou diagramas de Ishikawa)
- Diagramas de Pareto
- Histogramas, as cartas de controlo
- Diagramas de dispersão.
- Para a realização deste relatório foram utilizadas o diagrama de Pareto e o diagrama de causa-efeito.

O gráfico de Pareto (Figura 6) foi criado por Vilfredo Pareto e é um diagrama que conjuga um gráfico de barras com um gráfico de linhas representando, respetivamente, valores de determinados dados por ordem decrescente e os seus respetivos valores acumulados. O objetivo deste tipo de gráficos é realçar o conjunto de dados com maior influência tentando chegar ao princípio de Pareto que enuncia que 80% das consequências decorre de 20% das causas. Permite a identificação dos maiores problemas a serem combatidos.

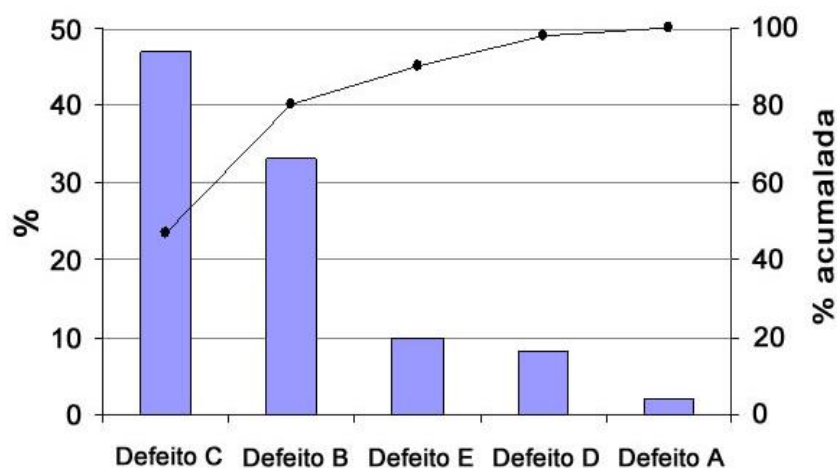


Figura 6 - Diagrama de Pareto in “(s.d.). Obtido em 28 de dezembro de 2015, de <http://gravadoralobenwein.com/programa-de-qualidade>

O diagrama causa-efeito pode ser também designado por “Diagrama de Ishikawa”, uma vez que foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, em 1943 ou “Diagrama de Espinha de Peixe” e encontra-se exemplificado na Figura 7.

Segundo Nunes (2015) esta ferramenta permite, de uma forma simples e intuitiva, agrupar e visualizar as várias causas que estão na origem de um problema específico, facilitando assim a atuação por forma a eliminá-lo. O procedimento para elaborar um diagrama causa-efeito segue os seguintes passos:

- Determinar qual o problema/efeito cujas causas se pretendem identificar;
- Através da investigação e *Brainstorming* determinar quais as causas que mais diretamente afetam essa característica;
- Traçar o esqueleto do diagrama;
- Identificar as causas secundárias que afetam as causas primárias, e assim sucessivamente. Cada um destes níveis irá constituir ramificações nas causas de nível imediatamente inferior.

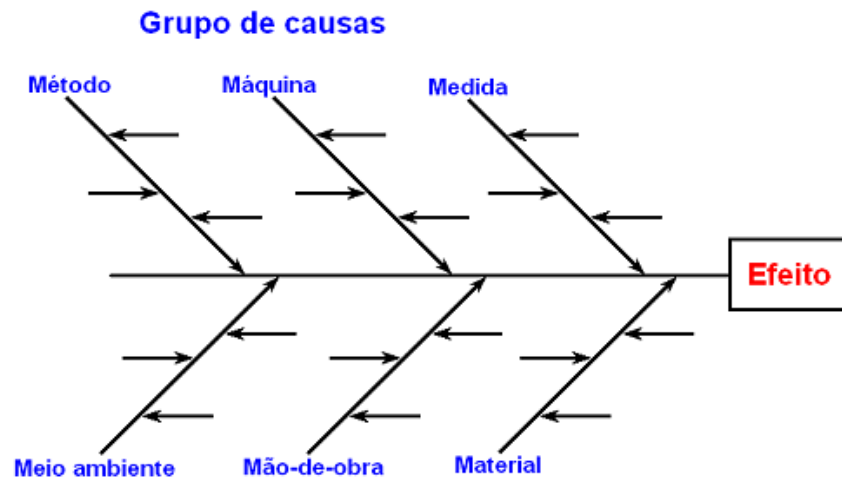


Figura 7 – Exemplo de diagrama causa efeito in “*Diagrama de Ishikawa*. 16 de abril de 2012.
<https://somentequalidade.wordpress.com/2012/04/16/diagrama-de-ishikawa/> (acedido em 28 de dezembro de 2015).”

3 Descrição da situação atual

Neste capítulo é apresentada a situação atual na Felino S.A, bem como o funcionamento da secção de maquinagem CNC da empresa. Antes de iniciar a resolução de problemas e implementação de melhorias foi feita a observação do funcionamento da área em estudo e do que já havia sido implementado.

3.1 Definição da máquina de Comando Numérico Computorizado (CNC)

Segundo Tecnologia CNC (2010), as máquinas CNC vieram trazer ao mercado uma grande competitividade, permitindo tempos produtivos muitos mais baixos que os conseguidos nas máquinas convencionais.

Ao contrário do que se possa pensar, a máquina CNC não vem substituir os operadores fabris, mas sim facilitar o seu trabalho, permitindo que trabalhos de maquinagem extremamente complexos, e anteriormente impossíveis, agora sejam não só possíveis, como tenham tempos de produção baixos.

O Comando Numérico Computorizado tem uma linguagem própria e é através do processamento da informação contida num programa CNC que a máquina inicia o processo de maquinagem, realizando uma sequência de operações pré-determinadas e que não necessitam de qualquer intervenção por parte do operador. Numa máquina CNC as intervenções por parte do operador, em detrimento de numa máquina convencional, são drasticamente menores, passando o processo de maquinagem a ser automático e gerido pelas indicações do programa.

Existem dois tipos de programação CNC, a manual e a automática. No primeiro, o operador é o responsável pela programação da máquina, sendo ele a efetuar todos os cálculos das operações e trajetórias a realizar na peça, transferindo depois esta informação para a máquina em linguagem CNC (por ex.: para a realização de uma curva o operador deverá introduzir os vários pontos necessários para a obtenção da mesma). Este processo é bastante demorado. No segundo tipo, a programação é feita recorrendo a um desenho feito previamente em CAD (Desenho Assistido por Computador - *Computer Aided Design*), sendo todos os cálculos realizados em computador, com um *software* que permite a transformação do desenho num programa legível em CNC.

As máquinas CNC maquinam em um ou em vários eixos, sendo que, as de apenas um eixo, podem ser verticais ou horizontais. Como exemplos de máquinas CNC podemos ter tornos, centros de maquinagem, retificadoras, fresadoras e de máquinas de eletroerosão.

As máquinas CNC têm vantagens relativamente às máquinas convencionais, mas tais vantagens não se verificam de forma tão linear quando se trata da produção de séries pequenas. As máquinas CNC têm, no entanto, algumas desvantagens como o elevado investimento inicial, e a manutenção exigente e especializada, entre outras.

3.2 Secção CNC na Felino S.A.

A secção CNC da Felino é constituída pelas seguintes máquinas:

- **Centro de maquinagem Mitsui Seiki HT4A:** com cones ISO 40 e ATC de 120 ferramentas, está equipado com 10 paletes de 500x500 mm;
- **Centro de maquinagem MAZAK FH4800:** cones ISO 40 tal como o anterior, ATC de 40 ferramentas, equipado com 2 paletes de 400x400 mm;
- **Centro de maquinagem Mitsui Seiki H6C Jidic:** com cones ISO 50 e ATC de 60 ferramentas está equipado com 2 paletes com 800x800mm;

- **Centro de maquinagem DMG Mori NHX 10000:** com cones ISO 50 e ATC (*Automatic Tool Changer*) de 60 ferramentas, está equipado com 2 paletes de 1000x1000 mm;
- **2 Centros Multi-tarefas OKUMA Multos B400W e B3000W:** equipados com cabeça de fresagem giratória, bucha principal, bucha secundária e ATC de 80 ferramentas, permitem operações de torneamento e fresagem;
- **2 Tornos CNC Mori Seiki:** com uma bucha, contraponto e as ferramentas de furação encontram-se dispostas numa torreta rotativa.

Nas Figura 8 e 9 são apresentados exemplos de cones BT40 e do ATC do centro de maquinagem H6C.



Figura 8 - Exemplo de Cones



Figura 9 - Exemplo de um ATC com cones e respetivas ferramentas de corte montadas (Centro de maquinagem H6C)

Durante o trabalho que deu origem a este relatório foi estendido o levantamento de dados para cálculo do OEE, que já havia sido implementado nos centros de maquinagem, aos Tornos CNC e aos Okumas. As folhas de recolhas de dados iniciais sofreram alterações no sentido de melhor refletir os problemas existentes e, a aplicação das metodologias *lean* foi realizada na zona dos centros de maquinagem.

As paletes existentes nos centros de maquinagem são a base onde se montam as ferramentas de posicionamento responsáveis pela correta localização das peças a maquinar. O facto de as máquinas terem mais de uma palette possibilita que enquanto que uma peça está a ser maquinada, outra peça possa estar em processo de posicionamento. Na Figura 10 é apresentada uma peça posicionada numa das paletes do centro de maquinagem HT4A.



Figura 10 - Exemplo de peça posicionada na palette de uma máquina (Centro de maquinagem HT4A)

3.3 Preparação do trabalho - *Setup*

O *setup* das peças que irão ser maquinadas nos centros CNC passa por diversos passos de preparação até ao início da maquinagem. O *setup* é considerado desde o início da preparação das ferramentas até ao momento em que sai a primeira peça aprovada pelo departamento da qualidade.

No processo de *setup* das peças dos centros CNC já tinha sido aplicada a metodologia SMED embora a desorganização da área impossibilite que, muitas vezes, a metodologia seja aplicada com sucesso.

Setup Interno vs. Setup externo:

O processo de *setup* na Felino, aquando do início do projeto que dá origem a esta dissertação, já havia sido alvo de separação entre o que deveria ser considerado *setup* interno ou externo, por forma a diminuir o impacto negativo que os tempos perdidos nestas preparações estavam a trazer à empresa.

A definição de tarefas internas e externas encontra-se representada na Tabela 1, estando as operações que devem ser realizadas com a máquina a trabalhar, *setup* externo, assinaladas a verde, e as operações que devem ser realizadas com a máquina parada, *setup* interno, assinaladas a azul.

Tabela 1 - Tabela ilustrativa da separação entre *setup* interno e externo nas operações de preparação do trabalho nos centros de maquinagem CNC da Felino S.A.

Logo que haja informação de que irá ocorrer mudança, o trabalho de preparação deve ser iniciado tendo em conta o número de ferramentas a preparar. Assim, o tempo de antecedência que devem contemplar, é o <u>NºFerramentas x 10 MIN + 60 MIN</u>
Abrir a operação no computador
Analisar ficha de instruções juntamente com desenho da peça a entrar, na bancada de trabalho
Aproximar palete com pelo menos 2 peças para junto da máquina
Aproximar ferramenta de posicionamento para junto da máquina
Verificar instrumentos de medição a utilizar e colocá-los junto da bancada de trabalho
Ver quais as ferramentas de corte que já se encontram no ATC)
Fazer levantamento de ferramentas de corte a preparar (fazer recolha de todas as ferramentas de uma única vez
Montar ferramentas de corte na bancada de trabalho
Medir ferramentas de corte
Colocar ferramentas de corte no ATC
Limpar última peça antes de ser retirada
Retirar última peça da série que está a ser substituída
Limpar ferramenta de posicionamento antes de ser retirada
Desmontar ferramenta de posicionamento e limpar base
Limpar mesa da máquina
Substituir desenho afixado na máquina
Colocar/montar ferramenta de posicionamento em cima da mesa seguindo a posição definida na ficha de instruções
Apertar ferramenta de posicionamento da série a maquinar
Colocar e apertar peça na ferramenta de posicionamento
Verificar posicionamento da peça na ferramenta com instrumento próprio
Verificar programa CNC da peça a maquinar
Parar máquina
Maquinagem da 1ª peça com aproximação lenta das ferramentas
Responsável informa controlador da qualidade para medição da 1ª peça
Conclusão da maquinagem da 1ª peça
Limpar peça antes de ser retirada
Desapertar peça da ferramenta de posicionamento
Retirar peça da ferramenta de posicionamento
Colocar peça retirada no local respetivo
Enquanto aguarda controlo dimensional, monta 2ª peça na ferramenta de posicionamento
Chamar funcionário do armazém para retirar lote que havia sido finalizado anteriormente do posto de trabalho e para guardar ferramenta
Fechar operação anterior

3.4 Problemas encontrados e quais as suas causas

Muito embora fosse notório que a Felino, S.A. tivesse iniciado um processo de organização e de implementação de algumas das metodologias de melhoria contínua, infelizmente também era claro que, em alguns casos, não eram passíveis de cumprir a cem por cento, porque as mesmas não estavam a ser mantidas e o processo de alargamento dos exemplos a outros postos de trabalho encontrava-se totalmente estagnado.

No decorrer da observação de algumas preparações do trabalho, tempo mais prejudicial ao fluxo produtivo da empresa, foi possível identificar vários problemas e causas de atraso na produção.

Na preparação e montagem de ferramentas de posicionamento verifica-se que algumas peças não têm ferramentas de posicionamento dedicadas, tendo de se recorrer a um sistema de conjugação de parafusos, barras, pernos, entre outros acessórios de apoio à montagem para se conseguir posicionar corretamente a peça. Este processo é extremamente difícil de controlar uma vez que a ficha de instruções inclui apenas um exemplo de montagem. Quando esse exemplo não é possível realizar devido a falta de acessórios, o posicionamento da peça fica inteiramente dependente da experiência do operador, com uma gravidade acrescida quando há falta de operadores experientes.

Podemos observar nas Figuras 11, 12 e 13 a falta de organização da secção onde estão os centros de maquinagem, bem como a falta de cumprimento das normas estabelecidas no que diz respeito ao trabalho de organização que havia sido feito para um centro de maquinagem modelo.



Figura 11 - Exemplo de desorganização no que diz respeito ao posicionamento das ferramentas de apoio à montagem de ferramentas de posicionamento e de ferramentas de corte



Figura 12 - Exemplo de incumprimento dos espaços para arrumação definidos



Figura 13 - Exemplo de desorganização verificada nas mesas de apoio

A desorganização e a falta de limpeza que se pode verificar acarreta não só atrasos como avarias dos próprios equipamentos.

Na Tabela 2 é apresentado um exemplo de um *setup* observado passo a passo com o tempo dispendido em cada uma das atividades realizadas.

Tabela 2 - Tabela de tempos retirados de *setup* exemplo.

Atividade	Tempo (minutos)
Abrir no computador com o PDA nova série de peças	1
Desapertar peça do lote anterior	1
Retirar peça + Limpar	1
Analisar ficha de instruções	3
Procurar acessórios de apoio ao posicionamento (peça sem ferramenta de posicionamento dedicada)	10
Posicionamento da peça	26.5
Dedicação a outra máquina	7.5
Procura das ferramentas de corte	5
Preparação das ferramentas de corte	12
Medição das ferramentas de corte	2
Introdução de ferramentas no ATC	5
Introdução da peça na zona de maquinagem	0.5
Desencravar a máquina	4
Introdução das ferramentas no programa e Offsets	5
Deteção de um erro de posicionamento da peça por falta de informação na ficha de instruções	15
Saída da peça para correção e entrada de uma nova peça do lote que ainda continua a maquinagem	1
Reposicionamento da peça	20.5
Limpeza da mesa	2
Introdução da peça na zona de maquinagem	0.5
Maquinagem da 1ª peça	25
Desmontar a peça	2
Limpar peça	0.5
Espera pelo controlo de qualidade	5
Controlo de qualidade	20
Total	175

Na Tabela 2, o que se encontra representado a verde foi realizado com a máquina a trabalhar e o que está a azul com a máquina parada. A falta de informações na ficha de instruções levou a uma perda direta de 25,5 minutos, o que consitui aproximadamente 15% do *setup* total. Tempos de procura relacionados com a falta de organização nos postos de trabalho e no setor em geral representam mais 15 minutos representando aproximadamente 9% do tempo total, ou seja, 24% do tempo poderia ser reduzido recorrendo apenas a medidas de organização.

As fichas de instruções possuem também falhas de informação, sendo que algumas se encontram incompletas. Um operador com menos experiência terá uma dificuldade muito elevada para conseguir fazer uma preparação, tornando-se mesmo impossível sem o apoio de um operador mais experiente, o que leva muitas vezes à dedicação de dois operadores ao mesmo trabalho. Uma vez mais, este processo está totalmente dependente dos conhecimentos do operador e da sua capacidade de improviso perante adversidades que possam surgir.

Infelizmente, estas perdas não afetam apenas a eficiência deste centro, uma vez que existem apenas dois operadores especializados para quatro centros de maquinagem. O exemplo específico da Tabela 2 provocou uma paragem de 20 minutos num outro centro.

Não só as atividades a azul devem ser visadas, uma vez que tempos perdidos à procura de ferramentas, por exemplo, prejudicam os outros centros. De referir que os 15 minutos (10 minutos para os acessórios de posicionamento e 5 minutos para as ferramentas de corte) foram o total de cinco saídas da máquina, não cumprindo a norma de que todas as ferramentas e/ou acessórios deveriam ser reunidos de uma só vez e transportados para perto da máquina nos quais iriam ser necessários.

Por falta de um plano de manutenção preventiva bem estruturado existem avarias no setor CNC que causam atrasos que por vezes chegam a demorar mais de duas semanas a ser resolvidos, com uma máquina completamente parada. Quando a avaria não é tão grave ao ponto de provocar a paragem definitiva da máquina, verificam-se muitas vezes paragens que podem ter uma duração de 10 minutos por avaria em que a máquina vai dando mensagens de erro e parando a produção.

A falta de organização causa desmotivação nos operadores levando-os a não cumprir as normas que foram implementadas com vista a iniciar o processo de estruturação do setor.

Os fatores descritos influenciam negativamente o planeamento da produção, tornando difícil um planeamento correto sem uma informação completa do que é necessário para a maquinagem de determinada peça como, por exemplo, o tempo de maquinagem ótimo ou quais as ferramentas de corte/posicionamento que são necessárias para uma determinada peça.

4 Soluções Propostas

No presente capítulo são descritas as propostas para eliminar os problemas identificados, por forma a melhorar o trabalho e os tempos de produção. A implementação de melhorias e alterações de métodos foram os caminhos pensados. Embora algumas das melhorias não tenham sido implementadas na sua totalidade, por motivos relacionados com a curta duração do projeto na empresa, serão apresentados os resultados esperados com base na teoria subjacente.

4.1 Alterações na recolha de informação e análise de dados

O cálculo do OEE à data do início do projeto estava a ser feito apenas para os centros de maquinagem. Durante o tempo decorrido na empresa, para a realização do projeto, foi feito o alargamento da zona de recolha de informações, para cálculos de eficiência, de forma a incluir as Okumas e os Tornos CNC. Ainda assim, uma vez que o intervalo de tempo de levantamento era demasiado curto (quatro semanas) os dados que foram tidos em conta para possíveis melhorias foram apenas os dos centros de maquinagem.

Os dados recolhidos ao longo do projeto indicam que o *setup*, as avarias e a dedicação dos operadores a outras máquinas, são os três principais fatores de perdas de disponibilidade, como se pode constatar a partir do gráfico de Pareto da Figura 14.

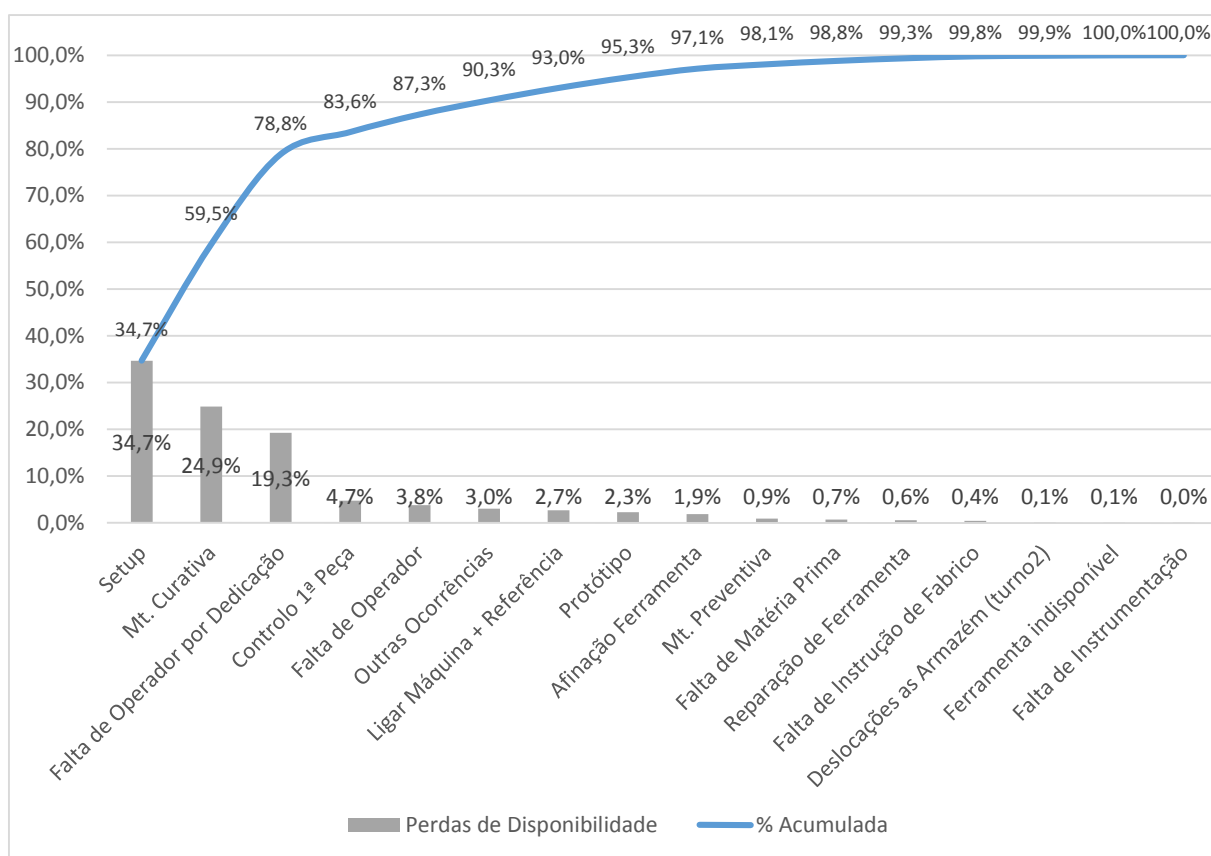


Figura 14 - Gráfico de Pareto geral de perdas de disponibilidade.

Foi decidido que se iria melhorar um problema de cada vez, começando pelo mais prejudicial, que neste caso seria o *setup*. Uma vez que a recolha de dados não fazia diferenciação de quais os problemas específicos que afetavam negativamente o tempo de *setup*, foram feitas alterações às folhas de recolha de dados diárias (ver anexo A) com base no diagrama causa-efeito da Figura 15.

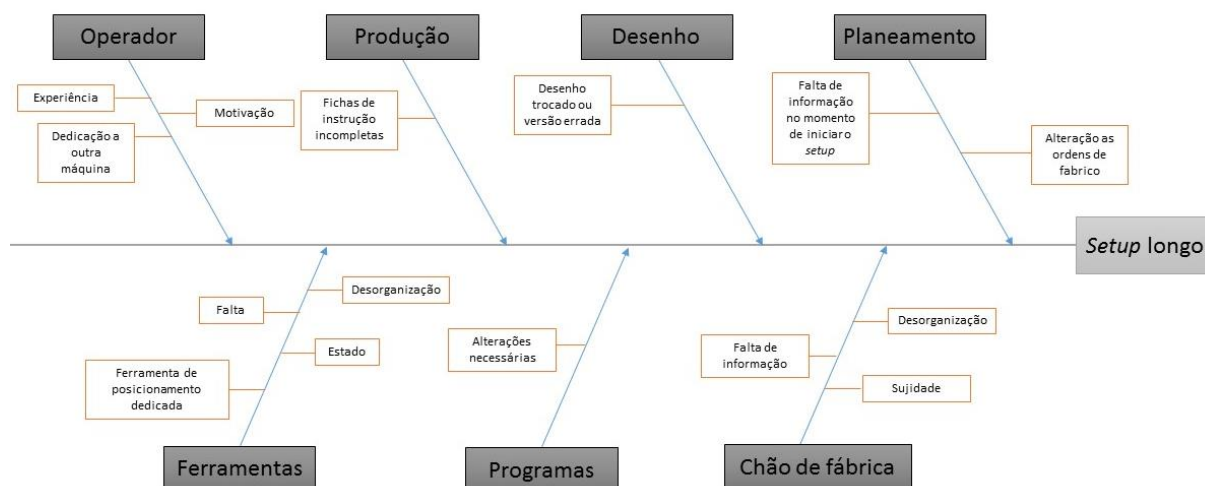


Figura 15 - Diagrama causa-efeito para processo de preparação do trabalho.

Para que todos os operadores fizessem o preenchimento em concordância com o pretendido foi também estabelecida uma norma de preenchimento das folhas (ver anexo B). As novas folhas incluem agora uma série de problemas observados, que afetam o *setup*, para os operadores registarem parâmetros que se verifiquem por forma a haver dados para tomadas de decisões. Com base nos dados recolhidos foi realizado um outro gráfico Pareto, representado na Figura 16, que mostra quais os problemas que mais prejudicam o processo de preparação do trabalho.

Com base no gráfico da Figura 16 é possível verificar que a dedicação a outras máquinas afeta muito o tempo de *setup*. Embora, no gráfico não se constate que a procura de ferramentas esteja a prejudicar a preparação, com base em observação de vários processos de *setup* verificou-se que este não é o caso, mas como os trabalhadores estão “familiarizados” com a desorganização, não se apercebem do tempo que a máquina está efetivamente parada enquanto estão à procura de algo e consideram esse tempo normal.

Com o objetivo de melhorar a base de dados, referente aos tempos de produção foi feita uma atualização às folhas de recolha semanal de produção, que inicialmente estavam pensadas para apenas gerar a informação necessária ao cálculo do índice de velocidade e qualidade para o cálculo final do OEE. As novas folhas de registo (ver anexo C) incluem a possibilidade de anotação dos tempos de *setup* e de maquinagem por forma a criar uma base de dados inicial a qual seria melhorada gradualmente.

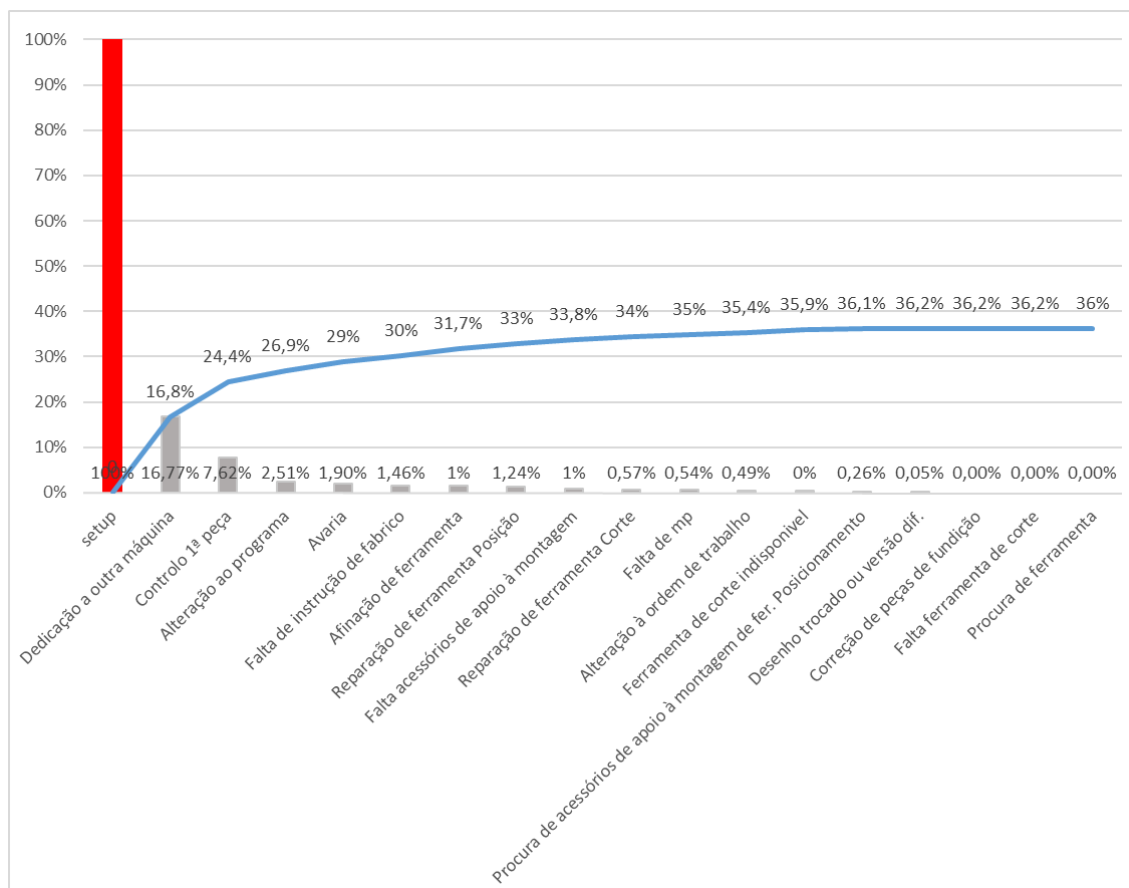


Figura 16 – Gráfico de Pareto dos problemas que afetam negativamente o Setup

Foram criados três espaços distintos para afixação de dados do OEE e dos problemas verificados, um para os centros de maquinagem (ver Figura 17), outro para a zona dos Okumas e Tornos CNC (ver Figura 18) e outro para os dados gerais (ver Figura 19) por forma a deixar claro e disponível a todos, os dados recolhidos e as normas implementadas.



Figura 17 – Dados afixados no setor dos centros de maquinagem.



Figura 18 – Dados afixados no setor dos Okumas e dos Tornos CNC.

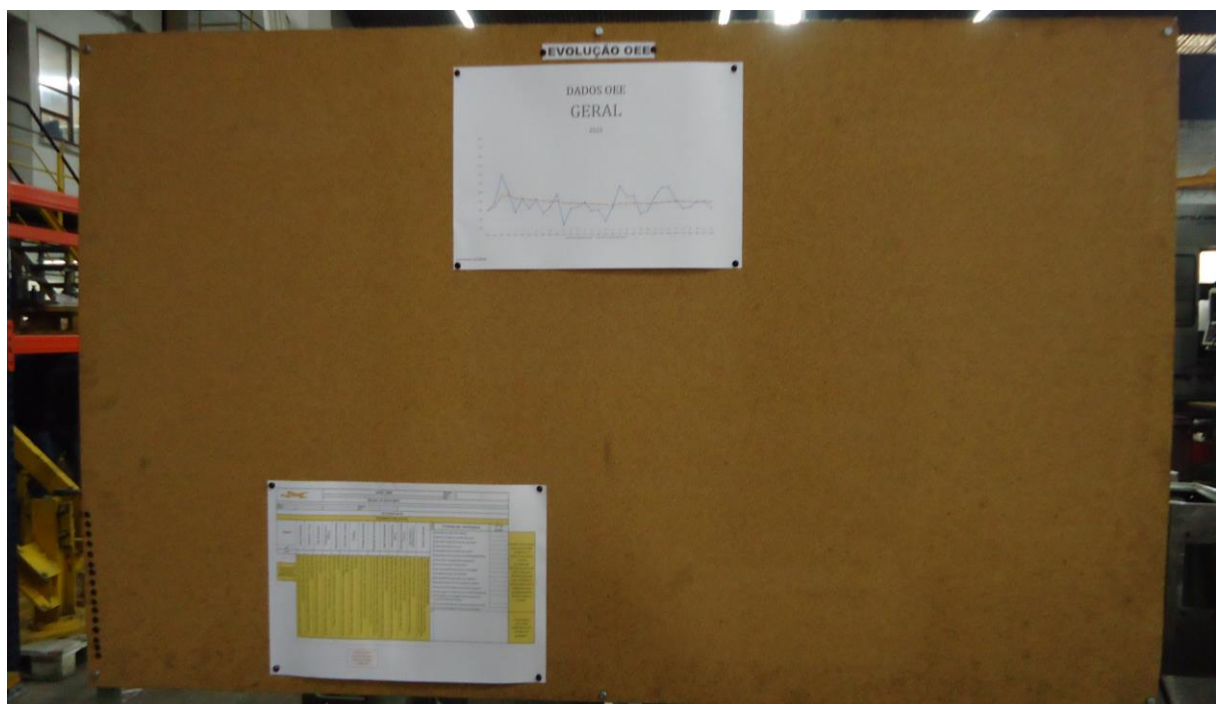


Figura 19 – Afixação dos dados gerais referentes a normas e aos dados OEE globais (Centros de maquinagem, Okumas e Tornos CNC)

4.2 Criação de posto de trabalho de Preparação de Ferramentas

Após as alterações implementadas às recolhas de informação e análise de dados, foi dado início ao processo de implementação de ações de melhoria para diminuir os tempos perdidos com o *setup* e surgiu a ideia de criar um posto de trabalho dedicado a esta operação. Para este novo posto de trabalho seria necessário a atribuição do cargo ao operador mais experiente e eficiente do setor. O operador deste posto seria responsável por todo o processo de preparação do trabalho e para que esta preparação fosse possível seria necessária a criação de duas paletes semelhantes às de cada um dos centros de maquinagem, para os casos em que as peças não possuam ferramentas de posição dedicadas, que infelizmente não são tão raros como seria desejado.

A criação destas paletes vai permitir que todo o processo de preparação seja feito sem o operador ter de ir à máquina, sendo que quando a preparação estiver finalizada resta apenas transportar a peça já posicionada e apertar a paleta nova à paleta fixa do centro de maquinagem.

As responsabilidades do operador do novo posto incluiriam as seguintes atividades:

- Receção da informação por parte do planeamento da produção;
- Analisar a ficha de instruções por forma a ver o que será necessário para a preparação;
- Fazer o levantamento da ferramenta de posicionamento ou de todos os acessórios necessários para o posicionamento da peça, caso esta não tenha uma ferramenta de corte;
- No caso de a peça não ter uma ferramenta de posicionamento dedicada, o operador deve proceder ao posicionamento da primeira peça na paleta, produzida especialmente para este posto de trabalho, equivalente à do centro de maquinagem no qual será maquinada a peça, recorrendo a acessórios de apoio à montagem;
- No caso de a peça ter ferramenta de posicionamento dedicada, o operador deve proceder ao posicionamento da primeira peça na mesma;
- Reunir todas as ferramentas de corte necessárias ao trabalho;
- Montar todas as ferramentas de corte reunidas;
- Medir as ferramentas de corte;
- Juntar todos os componentes preparados e colocá-los no local pré-determinado;
- Dar como finalizada a preparação daquela referência de peças;
- Dar início à preparação seguinte;
- Aquando do momento do início da maquinagem da peça previamente preparada, transportar a preparação para junto da máquina e fazer a colocação e apertos da peça na paleta da máquina e a introdução das ferramentas de corte no ATC.

A criação deste posto de trabalho só terá vantagens se a filosofia e as regras forem também elas alteradas. Criar um posto de trabalho novo e manter a desorganização do setor em nada iria ajudar ao melhoramento da situação atual. Para haver melhorias visíveis será necessária a aplicação da metodologia 5S a todo o setor de forma a eliminar todos os desperdícios e arrumar todos os componentes criando normas de limpeza e manutenção do espaço. Todos devem ser mentalizados e responsabilizados pela manutenção de um local de trabalho limpo e organizado.

Para a criação do posto de preparação de trabalho é necessário que as ferramentas e acessórios, para além de organizados, estejam localizados por forma a facilitar o trabalho do operador do posto.

A Figura 20 representa o *layout* projetado para o novo posto.

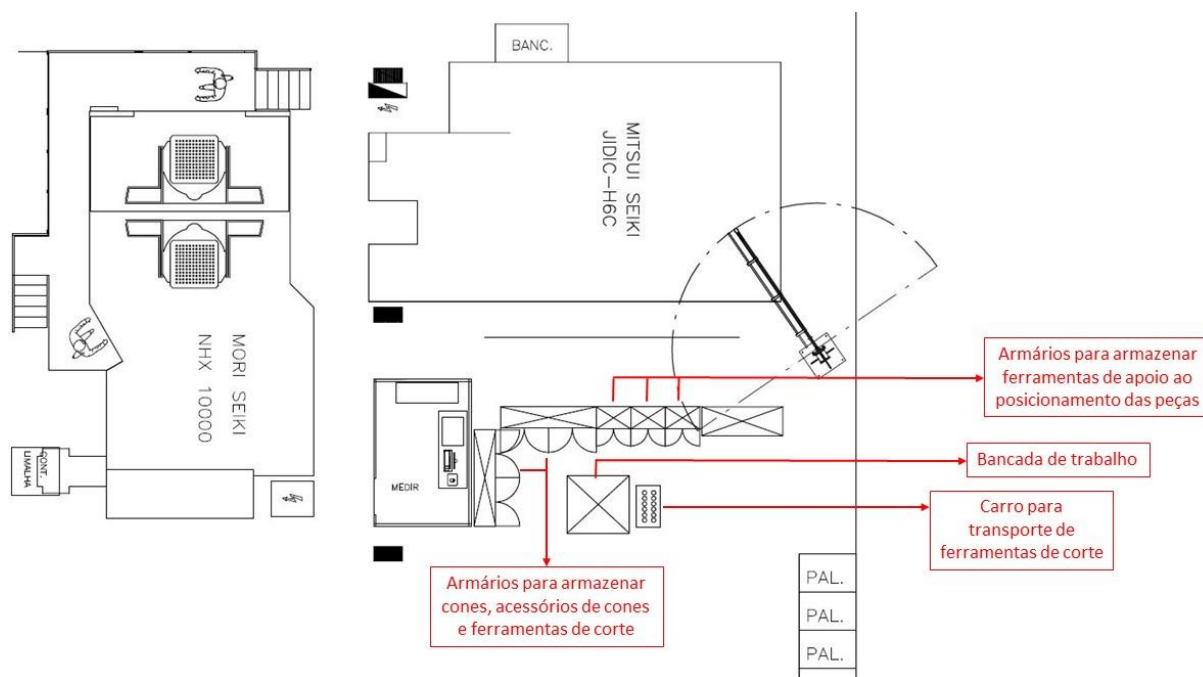


Figura 20 – *Layout* para o novo posto de preparação de trabalho.

Com a implementação desta alteração à forma de trabalhar espera-se obter uma diminuição de, aproximadamente, 17% do tempo de *setup*, eliminando a dedicação a outras máquinas, a ocorrência de erros e a procura de ferramentas que ocorrem durante o processo (ver Figura 16). No exemplo medido da Tabela 2 a diminuição poderia chegar até aos 65% (ver Tabela 3). Tendo em consideração que se pretende que a preparação do trabalho seja feita com pelo menos um dia de antecedência, este tempo previne que algum atraso inesperado na preparação afete de alguma forma a produção das peças em algum dos quatro centros.

Tabela 3 - Espectativa do *setup* da tabela 2 com as melhorias implementadas com a criação do novo posto de trabalho

Atividade	Tempo (minutos)
Abrir no computador com o PDA nova série de peças	1
Desapertar peça do lote anterior	1
Retirar peça + Limpar	1
Analisar ficha de instruções	3
Ir buscar acessórios de apoio ao posicionamento (peça sem ferramenta de posicionamento dedicada)	3
Posicionamento da peça	26.5
Ir buscar as ferramentas de corte	2
Preparação das ferramentas de corte	12
Medição das ferramentas de corte	2
Introdução de ferramentas no ATC	5
Introdução da peça na zona de maquinagem	0.5
Desencravar a máquina	4
Introdução das ferramentas no programa e Offsets	5
Maquinagem da 1ª peça	25
Desmontar a peça	2
Limpar peça	0.5
Espera pelo controlo de qualidade	5
Controlo de qualidade	20
Total	115,5

O operador responsável por este novo posto de trabalho teria também a função de melhoria gradual das informações contidas nas fichas de instruções por forma, a estarem em constante melhoria contínua impossibilitando, cada vez mais, a ocorrência de erros.

4.2.1 Armário Modelo

Com vista à organização do material do setor dos centros de maquinagem foi iniciado o processo de triagem dos cones, já que, muitos cones vieram com as máquinas no momento da sua aquisição e esta triagem nunca havia sido feita. A Figura 21 demonstra o início do processo de triagem e identificação dos cones, anulando os que não são úteis ou compatíveis com os processos de maquinagem da Felino S.A.



Figura 21 – Triagem dos cones BT40 (compatíveis com os centros HT4A e MAZAK).

Existem vários tipos de cones para diferentes ferramentas de corte e alguns têm mais que um componente. Alguns dos cones não têm todos os componentes, apesar de serem necessários, tendo sido iniciado o processo de seleção dos componentes a encomendar para completar os conjuntos de forma a ficarem funcionais.

A Figura 22 representa o início do processo de triagem e identificação dos acessórios de apoio ao posicionamento das peças sem ferramentas dedicadas, que se encontram pelo chão de fábrica em cima de paletes e desorganizados.



Figura 22 – Acessórios de apoio ao posicionamento das peças nas paletes dos centros de maquinagem.

Infelizmente, não foi possível terminar o processo de organização e levantamento de todos os cones, ferramentas de corte e componentes, por limite de tempo. Com o processo de organização seria expectável anular os tempos perdidos e facilitar o trabalho dos responsáveis,

uma vez que, existindo locais específicos e identificados para cada elemento será fácil identificar algo que esteja fora do seu local e em incumprimento das normas.

Os armários que serão criados, dedicados ao armazenamento destes componentes, serão dispostos junto do posto de preparação de ferramentas segundo o *layout* da Figura 20, por forma a que todos os componentes necessários à preparação do trabalho estejam organizados de modo a poupar a movimentação do operador, facilitando e acelerando o trabalho.

Tendo em conta o exemplo medido na Tabela 2, que representa a realidade da maioria dos *setups* na Felino, a organização dos cones, ferramentas e acessórios de apoio à montagem representarão uma diminuição do tempo perdido de, aproximadamente, 8%.

4.2.2 Estantes para ferramentas de posicionamento

As ferramentas de posicionamento inicialmente estavam dispostas por três locais:

- no chão, em cima de paletes de madeira como demonstra a Figura 23;
- numa estante perto de postos de trabalho (ver Figura 24) o que torna extremamente perigoso o retirar das ferramentas da estante com o empilhador, uma vez que, podem cair em cima do operador que se encontra no posto de trabalho adjacente;
- numa outra estante com ferramentas de posicionamento, não organizada e não sendo conhecido qual a ferramenta que se encontra em determinado local (ver Figura 25).



Figura 23 – Ferramentas de posicionamento em cima de paletes no chão.



Figura 24 – Estante com ferramentas de posicionamento junto a postos de trabalho.



Figura 25 – Estante com ferramentas de posicionamento.

Esta distribuição, para além de não ser prática nem benéfica para o operador, é ainda perigosa e, por estes motivos, iniciou-se o processo de reorganização das ferramentas de posicionamento. Decidiu-se que essas ferramentas seriam distribuídas por três estantes identificadas de forma intuitiva e clara (a identificação é, não só, feita nas estantes como nas ferramentas em si, para não deixar margem para erros).

No decorrer do processo de organização com base na metodologia 5S iniciou-se um processo de triagem, uma vez que, algumas ferramentas apresentavam sinais claros de que já não eram utilizadas há muito tempo (ver Figuras 26 e 27). Iniciou-se então, o processo de confirmação com o setor comercial da empresa, por forma a saber quais das ferramentas ainda seriam úteis no futuro em detrimento das que poderiam ser eliminadas.



Figura 26 – Ferramenta de posicionamento com teias de aranha acumuladas.



Figura 27 – Ferramenta de posicionamento com grande quantidade de pó acumulado.

O processo de triagem foi realizado em paralelo com o processo de organização das ferramentas utilizadas, pelas estantes respetivas. Para facilitar a localização das ferramentas deverá ser criado um catálogo com o nome do cliente, a referência da peça respetiva a cada ferramenta e o local da estante no qual se encontra a ferramenta. Infelizmente, o tempo não foi suficiente para terminar o processo de triagem e organização das ferramentas devido à sua elevada quantidade, pelo que não se procedeu ao processo de catalogação. Com esta solução de melhoria concluída prevê-se que seja possível diminuir em, pelo menos, 5% o tempo de *setup* de cada peça, tendo por base os valores do gráfico da Figura 16, uma vez que, esta organização iria prevenir também que as ferramentas de posicionamento se deteriorassem com a mesma velocidade por não estarem armazenadas corretamente.

5 Conclusão e Proposta de trabalhos futuros

As melhorias pensadas para o setor CNC da Felino visam a melhoria do ambiente de trabalho, bem como facilitar a sua realização. Muito embora, se tenha estendido o processo de recolha de informação a todo o setor CNC, as soluções *lean* propostas seriam apenas para a zona dos centros de maquinagem.

Sendo que o processo de preparação de trabalho era o fator que mais negativamente influenciava a eficiência das máquinas, este foi o processo sobre o qual o projeto incidiu. Muito embora não tenha sido possível concluir as medidas iniciadas para que fosse viável medir as diferenças entre o antes e o depois, tendo em conta os dados recolhidos e as metodologias que suportam estas medidas é possível estimar uma diminuição do *setup* sendo que, posteriormente, as medidas de melhoria de processos serão implementadas por forma a facilitar ainda mais o trabalho do operador.

Após finalizar a implementação das medidas propostas é recomendável medir, pelo menos, dois novos *setups*, um com ferramenta de posicionamento dedicada e outro sem ferramenta de posicionamento dedicada, por forma, a medir as melhorias e confirmar se não foram levantados novos problemas. Caso tenham surgido novos problemas, estes deverão também ser analisados e definidas novas medidas de melhoria. O processo de melhoria não passa apenas pela implementação de metodologias novas e organização do chão de fábrica, será necessária a implementação de um controlo rígido que previna que não se volte atrás, que pode ser alcançado recorrendo a auditorias semanais ou mensais.

É fácil de notar que na Felino ainda existem formas de pensar que advêm dos seus quase 80 anos de existência, e que existem trabalhadores com muitos anos de experiência e com hábitos de trabalho muito enraizados, sendo deles que a empresa se encontra dependente para que o funcionamento seja possível. Ainda assim, há uma enorme vontade de melhorar e de implementar novos métodos de trabalho abrindo portas a novos horizontes e rompendo com os paradigmas do passado.

Propostas para implementações de melhoria futuras:

Futuramente, seria vantajoso a implementação de mais alterações sempre com vista à melhoria contínua.

- **Implementação de controlo visual na fábrica:** muitas vezes as máquinas param por falta de informação quer do trabalho que deveria entrar a seguir quer, por exemplo, por falta de informação no controlo da qualidade que já existem peças para ser analisadas. Deveria ser implementado um sistema enquadrado na metodologia de controlo visual, tendo em consideração mecanismos *poka yoke*, como por exemplo, um sistema que impedisse falhas comunicacionais através de uma sinalização luminosa que indicasse a finalização de uma série de peças e outra que indicasse a saída da primeira peça para análise.
- **Implementação de melhorias no processo de preenchimento das folhas de recolha de informação para cálculo de OEE e análise de dados:** vivemos na era das novas tecnologias e há sempre novas formas para melhorar os métodos que conhecemos. Um exemplo de automação do processo é que, sempre que é iniciada uma nova série de peças, o seu início é marcado pelo registo do código de barras no computador recorrendo a um PDA (*personal digital assistant*). Seria muito mais simples, intuitivo e rápido se o processo de recolha de tempos perdidos e de peças produzidas fosse feito informaticamente. A sugestão passa por criar uma base de dados em que as paragens, produções e número de peças rejeitadas ou retrabalhadas fossem introduzidas rapidamente num pequeno computador ou *tablet* e o cálculo do OEE fosse feito automaticamente a partir desses valores.

- **Analisar o processo produtivo do início ao fim de uma máquina de padaria por forma a implementar melhorias e eliminar desperdícios:** neste projeto a atenção esteve focada apenas no setor CNC, mas as peças passam por inúmeras transformações e operações e existem perdas e desperdícios ao longo de todo o processo produtivo. Seria vantajoso a análise profunda deste processo para eliminar desperdícios por forma a, mais tarde, se poder estender o processo a outras máquinas e mesmo às peças de subcontratação.
- **Implementação de um calendário de manutenção preventiva:** uma vez que a segunda maior perda se deve a avarias nas máquinas CNC deveria ser implementado um plano de manutenção preventiva seguindo a filosofia TPM por forma a que as avarias não sejam tão frequentes, nem tão prejudiciais, em termos de períodos de paragem, para a empresa.

Referências

- (s.d.). Obtido em 28 de dezembro de 2015, de <http://gravadoralobenwein.com/programa-de-qualidade>
- (s.d.). Obtido em 29 de dezembro de 2015, de <http://pt.slideshare.net/acruzfe1962/gesto-processos-segurana-pblica-parte-3-slide-share>
- (s.d.). Obtido em 30 de dezembro de 2015, de <http://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=164>
- (s.d.). Obtido em 30 de dezembro de 2015, de <http://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=144>
- (s.d.). Obtido em 30 de dezembro de 2015, de <http://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=148>
- Alarcón, L. (1997). *Lean Construction*. Netherlands: A. A. Balkema.
- Calarge, F. A., & Davanzo, J. C. (2004). Conceito de Dispositivos à Prova de Erros Utilizados na Meta do Zero Defeito em Processos de Manufatura. *Revista de Ciência & Tecnologia*.
- Carreira, B. (2005). *Lean Manufacturing that Works*.
- Diagrama de Ishikawa*. (16 de abril de 2012). Obtido em 28 de dezembro de 2015, de <https://somentequidade.wordpress.com/2012/04/16/diagrama-de-ishikawa/>
- Ganhão, F. N., & Pereira, A. (1992). *A Gestão da Qualidade*. Lisboa: Editorial Presença.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*.
- Nakajima, S. (1990). Total Productive Maintenance ou "Zero Avarias". *Seminário Internacional de TPM*, (p. 86). Lisboa.
- Nunes, P. (31 de outubro de 2015). *Diagrama causa efeito*. Obtido em 28 de dezembro de 2015, de <http://knoow.net/cienceconempr/gestao/diagrama-causa-efeito/>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Reyes, J. A., Eldridge, S., Barber, K., & Meier, H. (2015). Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System*. Cambridge: Productivity Press.
- Takeda, H. (2006). *The Synchronized Production System*.
- Tecnologia CNC*. (28 de junho de 2010). Obtido em 27 de dezembro de 2015, de http://wiki.ued.ipleiria.pt/wikiEngenharia/index.php?title=Tecnologia_CNC&oldid=2324
- Ulutas, B. (27 de julho de 2011). An application of SMED methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, p. 4.

ANEXO A: Folha de recolha de informação de perdas de disponibilidade diária

[illegible]

ANEXO B: Norma de preenchimento das folhas de recolha de informação de perdas de disponibilidade diária

FEINUM

Revisão

6

Autor

/

Pag.

1

LEAN - OEE

Recolha de dados diária

Máquina

Modelo

Semana

Ano

Informações gerais

DOCUMENTO EXPLICATIVO

Categoria	Setup (Preparação)	Controlo de 1ª Peça	Falta de operador	Dedicação a outra máquina	Manutenção Preventiva	Avaria (Man. Curativa)	Protótipo	Afinação de ferramenta	Reparação de Ferramenta	Falta de matéria-prima	Falta de instrução de fabrico	Deslocações ao armazém (Turno2)	Ligar máquina + Referência (turno1)	Outras Ocorrências	Códigos	Problemas verificados:	Nº de vezes:
Hora	06:00	Tempo em que a máquina esteve parada desde o início do setup (preparação) até à saída da 1ª peça.	Tempo em que a máquina esteve parada porque o operador da mesma faltou.	Tempo em que a máquina esteve dedicada a outra máquina.	Tempo em que a máquina esteve parada p/ manutenção preventiva	Tempo em que a máquina esteve parada por avaria. Explicar no nº 27 o tipo de avaria.	Tempo em que a máquina esteve parada p/ preparação de um Protótipo.	Tempo que a máquina esteve parada p/ se afinar uma ferramenta de corte que não estava a trabalhar nas condições ótimas.	Tempo que a máquina esteve parada p/ se reparar uma ferramenta de corte/posicionamento que, se assim não fosse, não seria possível trabalhar com a mesma. Colocar na lista de problemas se foi (9) corte ou (10) posicionamento.	Tempo que a máquina esteve parada por Falta de Matéria Prima junto do posto de trabalho.	Tempo que a máquina esteve parada por falta de informação de qual será o trabalho a realizar em seguida.	Tempo que a máquina esteve parada para que o operador tivesse de se deslocar ao armazém.	Tempo que a máquina esteve parada à espera de ser ligada e durante esse mesmo processo.	Tempo em que a máquina esteve parada por motivos distintos aos anteriores. Colocar (nº da lista de problemas verificados) ou caso não esteja incluído colocar (27.1), (27.2) ... perto de cada tempo e explicar o que aconteceu no quadro 27 da lista de problemas verificados.	2	Alteração à ordem de trabalho	
															3	Desenho trocado ou versão diferente	
															7	Falta informação na ficha de instruções	
															8	Falta ferramenta de corte	
															9	Reparação de ferramenta de CORTE	
															11	Reparação de ferramenta de POSICIONAMENTO	
															12	Controlador de qualidade indisponível	
															13	Ferramenta corte indisponível	
															16	Falta de acessórios de apoio à montagem	
															17	Correção de peças de fundição	
															18	Necessidade de alteração do programa	
															20	Peça feita pela 1ª vez no posto de trabalho	
															22	Controlo peça a peça por parte do operador	
															23	Maquinagem c/ ferramenta de CORTE danificada	
															24	Dificuldade na montagem de ferramenta de posicionamento sem base	
															25	Procura de ferramenta de posicionamento/corte	
															26	Procura de acessórios de apoio à montagem	
															27		

Colocar tempo em minutos em que a máquina esteve efetivamente parada

Colocar apenas Tempos em que a máquina esteve PARADA.

ANEXO C: Folha de recolha de informação de produção semanais

[illegible]